

研究開発費の効果測定

西 沢 脩

第1節 研究開発費効果測定の特質

第1項 研究開発費効果測定の意義と種類

研究開発費は、製造原価や営業費等の維持運営費とは異なり、一種の戦略的投資の性質を有しているから、研究開発費の投資規模は、最高経営管理者の政策によって決定される。従って、研究開発部門においては、この研究開発費投資からいかに大きな研究開発効果を実現するか重点が向けられる。このような観点からは、研究開発費の予算統制を行なって、予算通りに支出されたことを確認するだけでは不十分であり、当該支出が十分な効果をあげたか否まで検討することが必要となる。このために、研究開発費管理においては、予算統制と共に効果測定が重視される。

そもそも研究開発の効果測定とは、研究開発のインプットと研究開発のアウトプットを対比させてその生産性を測定することであって、基本的には、次の等式によって計算される。

$$\text{研究開発効果} = \frac{\text{研究開発のアウトプット}}{\text{研究開発のインプット}}$$

上のように、研究開発の効果をインプットとアウトプットの比として測定することは、ほとんど問題の余地はない。しかしながら、インプットとアウトプットをどのように把握し測定するかについては、極めて困難な問題が内在しており、このために効果測定が重大な制約を受けている。

それはともかく、インプットとアウトプットは、物量で表示することもできれば、金額で表示することもできる。前者が物的効果であり、後者が価値的効

果である。

(1) 物的研究開発効果

物的研究開発効果においては、次式のように、インプットとして、研究員の専従人数又は延べ人数、完成までの研究時間の延べ時間数、材料・薬品・電力・用水等の消費量等がとられ、アウトプットとして、研究完成の進捗度、顧客の満足度、アイデアの獲得数、研究完成件数、特許権の申請数等がとられる。

物的研究開発効果＝

$$\frac{\text{研究進捗度, 顧客満足度, 研究完成件数, 特許権申請数等}}{\text{研究員数, 研究時間数, 材料・薬品・電力・用水消費量等}}$$

この特的効果は、物量表示されるから、現場の研究員にも理解が容易であり、その高低は直接に研究能率を示すから現場管理者にも役立つ。しかし、全社的観点から効果を測定する場合には、研究の段階又は目的によって測定尺度が相違するため総合化することが困難である。従って、全社的観点から研究開発の効果測定を行なうには、価値的效果の方が有効である。

(2) 価値的研究開発効果

価値的研究開発効果においては、次式のように、インプットとしては、研究開発費、特許料支払額、技術導入費、委託研究費等がとられ、アウトプットとしては、原価低減額、売上増加額、利益増加額、特許料受入額等がとられる。

価値的研究開発効果＝

$$\frac{\text{原価低減額, 売上増加額, 利益増加額, 特許料受入額}}{\text{研究開発費, 特許料支払額, 技術導入費, 委託研究費等}}$$

価値的效果のうち分母として研究開発費をとった場合に、これを研究開発費効果と呼ぶことができる。研究開発費効果では、分母のイントプットは必ず研究開発費とされるが、分子のアウトプットである研究開発収益は多種の要素によって表示される。原則として金額表示すべきであるが、たとえ物量表示される場合でも、分母が研究開発費とされる限りこれを広義の研究開発費効果にふくめてよいであろう。

この場合に、インプットである研究開発費とアウトプットである研究開発収

益をどう把握するかによって、次の種類が生ずる。

- a 研究開発費のマクロ的效果測定……一国の総研究開発費と国民所得を対比するもの。
- b 研究開発費のセミ・マクロ的效果測定……一企業の総研究開発費と総売上高を比較するもの。
- c 研究開発費のミクロ的效果測定……一企業内の特定研究開発費と当該研究開発収益を対比するもので、次の種類がある。
 - (ア) 研究開発段階別の効果測定
 - 基礎研究費の効果測定
 - 応用研究費の効果測定
 - 開発研究費の効果測定
 - (イ) 研究開発目的別の効果測定
 - 工程研究費の効果測定
 - 改良研究費の効果測定
 - 新製品研究費の効果測定

以上の効果測定は、特定期間の費用、収益を対応させるか、特定プロジェクトの費用、収益を対応させるかを基にして次のように大別することもできる。

- (1) 期間別の効果測定……特定の会計期間における研究開発費と研究開発収益を対比させるもの。
- (2) プロジェクト別の効果測定……特定プロジェクトの開始から終了に至る全研究開発費と全研究開発収益を対比するもの。

さらに、各場合における効果測定の方法を基準にしてみると、次のような種類をも指摘することができる。

(1) 主観的效果測定法

特定の個人又は特定の集団が主観的に効果を判断するもので、次のように細分できる。

- a 個人判断法……一人の研究管理者が個人的判断で効果を測定するもの
- b 集団判断法……ライン及びスタッフの研究開発関係者が共同して効果を判定するもの

(2) 計数的効果測定法

会計計数を用いてある程度客観的に効果を判断するもので、次のように細分することができる。

- a 定性的効果測定法……研究開発費が研究開発収益の増加に貢献したか否かを計数的に測定するもの
- b 定量的効果測定法……研究開発費が研究開発収益の増加にどれ程貢献したかを計数的に測定するもので、さらに次の2種類がある。
 - (ア) 点数評価法……各評価項目を点数で評価し、その合計点数で総合判定を下すもの
 - (イ) 公式法……予め一定の公式を定めておき、これに点数を与えて解きながら総合判定を下すもの

科学技術庁では、効果測定法を定性的評価法、定量的評価法、総合的判断法、その他に4分類し、わが国の使用実態を次のように報告している。¹⁾

(効果測定法)	(応用研究)	(開発研究)
定性的評価法	11%	4%
定量的評価法	7%	7%
総合的判断法	81%	88%
その他	<u>1%</u>	<u>1%</u>
合 計	<u>100%</u>	<u>100%</u>

これから、わが国では、総合的判断法が圧倒的に多く、計数的方法は未だ緒についたばかりであることが知られる。

なお、日本能率協会では、科学技術庁の委託を受けて実態調査した際に、第1表のごとき研究開発効果測定法の分類を示したことがある。筆者の分類と比

第1表 日本能率協会の効果測定法分類

評価測定の対象			番号	国単位	企業単位	プロジェクト単位				マイナー・プロジェクト単位			
						新製品	品質改良	工程改良	情報蓄積	新製品	品質改良	工程改良	情報蓄積
評価測定の方法													
総括評価法	複基	定性的方法	(1)						○				○
		合準	定量的方法	(2)						○		○	
	個基別準	定性的方法	(3)								○		
		定量的方法	(4)		○	○	○	○					
点数評価法			(5)	○	△	△	△	△					
モデル分析法			(6)	△									

注 1：○印は、現在主として使われている方法

注 2：△印は、部分的に試みられている方法

較してみると、個人判断法は(1)に、集団判断法は(2)に、定性的測定法は(3)に、定量的測定法は(4)ないし(5)に相当するが、両者では定性及び定量なる語の使用法が若干相違しているから、平面的な比較は避けるべきであろう。

第2項 研究開発費効果測定の諸効用

前述した研究開発費の効果測定を実施する場合には、どんな効用を享受することができるであろうか。効果測定の種類毎に論述してみれば、以下のとおりである。

(1) 研究開発費のマクロ的效果測定

国民所得に対する研究開発費の比率を算定すると、一国の研究開発投資の相対的規模が判定し、諸外国との比較を通じて、国の研究開発政策を推進することができる。

たとえば、国民所得対研究開発費率は、わが国では1.7%（昭和40年度）でアメリカの3.7%（昭和38年分）に比べ半分以下である。そこで資本自由化を契期に通産省は「技術開発5カ年計画」を設定し、西欧並の2.5%まで引上げ

ることを決定した。⁽³⁾

(2) 研究開発費のセミ・マクロ的効果測定

一企業の売上高と総研究開発費の比率を算定すると、当該企業の全社的な研究開発費効果を表示することができる。この売上高比率を同業者の標準比率と比較すると、業界にしめる自企業の研究開発費水準の地位が明らかとなる。従って、売上高比率によって標準比較を行なうと、研究開発費の投資規模を決定するための貴重な資料が入手できる。しかし、研究開発部門内における研究開発費管理のためには、次のようなミクロ測定を行なわなければ、役立たない。

(3) 研究開発費のミクロ的効果測定

a 研究開発段階別の効果測定は、期間別を実施することもできるし、プロジェクト別を実施することもできるが、ここでは前者について論述する。

(ア) 基礎研究費の効果測定……たとえば、一定期間の基礎研究費と論文数の比率を算定すると、論文数の型で自企業の基礎研究費が全体として効果的に使用されるか否かが判明し、当該投資規模を後日決定するための資料がえられる。しかし、基礎研究は、特定の開発目的を有しないところに特色が存するから、効果測定には大きな限界がある。

(イ) 応用研究費の効果測定……たとえば、一定期間の応用研究費と特許数の比率を算定すると、特許数の型で、自企業全体の応用研究費が全体として効果的に使用されたか否かが判明し、当該投資規模を後日決定する資料がえられる。

(ウ) 開発研究費の効果測定法……たとえば、一定期間の開発研究費と開発製品の売上高又は売上利益の比率を算定すると、売上高又は売上利益の型で、自企業の開発研究費が全体として効果的に使用されたか否かが判明し、当該投資規模を後日決定する資料がえられる。

b 研究開発目的別の効果測定

研究開発目的別の効果測定は、期間別を実施することもできれば、プロジェクト別を実施することもできるが、ここでは後者について論述する。

- (ウ) 工程研究費の効果測定……各工程研究プロジェクト別に、工程研究費の累計額と工程原価の節約額の型で、当該プロジェクトの研究開発費効果が表示でき、当該プロジェクトの事前選定、途中修正又は事後評価に役立つ。
- (イ) 改良研究費の効果測定……各改良研究プロジェクト別に、改良研究費の累計額と改良製品の売上高又は売上利益の累計額との比率を算定すると、売上高又は売上利益の型で、当該プロジェクトの研究開発費効果が表示でき、当該プロジェクトの事前選定、途中修正又は事後評価に役立つようになる。
- (ア) 新製品研究費の効果測定……各新製品研究プロジェクト別に、新製品研究費の累計額と新製品の売上高又は売上利益の累計額の比率を算定すると、売上高又は利益の型で、当該プロジェクトの研究開発費効果が表示でき、当該プロジェクトの事前選定、途中修正又は事後評価に役立つようになる。

第3項 研究開発費効果測定的前提条件

研究開発費に関して効果測定を行ない前記の効用を享受するためには、それぞれの算定式に示された要素が正確に測定できなければならない。算定要素が正確に測定できなければ適正な効果測定を行なうことができないが、現状では、算定要素の測定に限界が存するため、研究開発費の効果測定に多くの制約が加えられている。

1. インプットとしての研究開発費の算定

インプットの要素である研究開発費の所要額は、現行の財務会計から直接入手することができないから、新たに研究開発費分析 (research and development

第2表 研究開発費分析表の一例

①計 算書	② 大分類	③ 小 分 類	④ 非研究 費	研 究 開 発 費							
				⑤ 合計	⑥工 研 究	⑥程 費	⑦改 研 究	⑦良 費	⑧研 究	⑧新 製	⑧費
					A	B	C	D	E	F	
製報告 造原価 書	製 造 原 価	試 験 研 究 部 費		×	×	×					
		繰延試験費償却額		×			×	×			
		そ の 他	×	×	×	×	×	×			
損 益 計 算 書	販 売 費	市 場 開 発 費		×					×	×	
		新 製 品 販 売 費		×					×	×	
		そ の 他	×	×					×	×	
	一 般 管 理 費	技 術 研 究 費		×					×	×	
		繰延研究費償却額		×					×	×	
		そ の 他	×	×					×	×	
営 業 外 費 用	繰延研究費償却額		×					×	×		
	研 究 資 金 金 利		×	×	×	×	×	×	×		
	そ の 他	×	×	×	×	×	×	×	×		
営 業 外 収 益	受 取 研 究 収 益		×								
	そ の 他	×	×								
	期 間 外 損 益	研 究 資 産 特 別 償 却 額		×					×	×	
		そ の 他	×	×	×	×	×	×	×	×	
		プロジェクト費小計	／	／	×	×	×	×	×	×	×
		研究開発費合計	／	×	×	×	×	×	×	×	×

cost analysis) を行なわなければならない。研究開発費分析を行なうには、たとえば第2表のごとき研究開発費分析表を作成するのが効果的である。ここではまず、製造原価報告書から製造原価資料を入手し、損益計算書から販売費、一般管理費及び営業外損益資料を入手し、剰余金計算書から期間外損益資料を入手する。次いで、関係資料を研究開発費以外のものと研究開発費に大別したうえ、研究開発費を工程研究費、改良研究費及び新製品研究費に区分し、さらにこれをそれぞれのプロジェクトに細分する。

このためには、研究開発費の定義を確定し、それに基づいて、研究開発費に算入すべき費目と研究開発費に算入してはならない費目を列記したリストを作成しておくことが望ましい。研究開発費を研究目的及びプロジェクトとの関係から直接研究費と間接研究費に区分し、直接研究費はその実費を別途集計し、間接研究費は一定の配賦基準により配分する。最後に各プロジェクト別に、直接研究費の賦課額と間接研究費の配賦額を合計すると各プロジェクトの研究開発費がえられるから、これを研究種類毎に合計すると、工程研究費、改良研究費、新製品研究費が算出できるようになる。

研究プロジェクトのうち継続プロジェクトについては、前期に支出した研究開発費を加算すると、累計研究開発費がえられる。なお、財務会計上では租税目的その他の配慮から繰延経理していない場合でも、研究効果が将来発現することが明らかな時は、管理上では繰延経理すべきである。

2. アウトプット要素としての研究開発収益

研究開発のアウトプット要素は複雑である。物量的要素もあれば価値的要素もあり、無形的要素もあれば有形的要素もあり、計量的要素もあれば計量できない要素もあり、それぞれの内容は、研究開発の段階や目的によって相違する。具体的には、効果測定しようとする研究開発の研究環境から決定されなければならない。価値的測定法においては、一般には、基礎研究は効果測定の対象とならず、改良研究の効果は工程原価の節約額で測定され、改良研究や新製品研究の効果は売上高又は売上利益で測定されることが多い。

期間別測定法では、一定期間に実現した売上高等が当該期間に支出した研究開発費と対比されるが、研究開発費と売上高等の間には相当のタイムラグが存するから、この種の測定は大勢観察にしか役立たない。もっと詳細な研究開発費管理を実施するためには、プロジェクト別測定法を使用しなければ余り役立たない。プロジェクト別測定法においては、一定の研究プロジェクトから毎期発生する売上高等を累計してゆく必要が生じる。しかし、毎期の売上高等を単

純に累計しても真の売上高等の累計額はえられない。真の売上高等の累計を算定するには、各期に発生する売上高等を割引いて現価（present value）に換算しこれを集計しなければならない。

売上高等で研究開発効果を測定する場合でも、売上高等の全額が研究開発の成果とは考えられないから、たとえ経験則でも売上高の何％が研究開発効果と推定されるかを決定しなければならない。一応の目安としては、自社の売上高等対研究開発費比率を使用するのも一法であろう。

さらに、効果予測においては、将来の売上高等について、その発生確率ないし成功率を加味すべきである。これらの確率や成功率は、過去の実績を基とし、研究管理者の希望的要素を参酌して判断するより仕方がない。

第2節 研究開発費の主観的效果測定

前述のように研究開発費の効果測定には、主観的效果測定法と計数的効果測定法がある。

主観的效果測定法には、個人判断法と集団判断法があるが、個人判断法では一人の研究管理者の判断に依存するため測定結果が恣意的にならざるをえないから、判断法を使用する場合には、少なくとも集団判断法を用い、ライン及びスタッフの研究開発関係者が共同して効果を判定すべきである。集団判断法には、チェック・リスト法とプロファイル・チャート法の2つがある。

第1項 チェック・リスト法による効果測定

集団判断法においては、多数の研究開発関係者又は部門が関与するから、一つの有機体として総合的な効果測定を行なうためには、予めチェックを担当する部門とチェックすべき項目を一覧表に要約しておき、相互のチェックから重複や間隔が生じないように配慮することが必要である。

このような観点から、アメリカン・サイアナミッド社（American Cynamid

第3表 新製品研究のチェック・リスト

チェック部門		経理部	予算部	経研究部	応技術部	製造部	市場部	製品部	開発部	研究部	販売部	運送部
チェック項目												
達成目標	利益率 市場占有率 生産量		レ	レ		レ		レ レ レ			レ レ	
必要と利益資金	研究投資利益率 新規投資利益率 代替投資利益率	レ レ	レ レ					レ レ				
長と期の計画連	通常の設備利用度			レ		レ					レ	
	新の製特品性 販費員の特別訓練 荷扱と出荷損					レ レ				レ	レ レ	レ レ
工(変更)の効 程研究	時料と労働力 安品質水準 品外観					レ レ レ				レ レ レ レ レ	レ レ	
利算益の定	利益計画 研究投資の利益 他の投資の利益	レ レ レ	レ レ								レ	
必要の手資金配	長金期計 現支出時期 投資利益額		レ レ レ レ	レ								
	新規資本の利用度 新規資本のコスト		レ レ	レ								
危険度	製品寿命 景気変動との関連 戦略的重要性						レ レ レ					
研究業務	技術問題 人事問題 設備 研究の性格									レ レ レ レ		

製造業務	技術的可能性			レ			レ		
	競争上の問題	現時的性質		レ				レ	
		物理的性質							
		必要な熟練度		レ				レ	
顧客のみ	物理的性質						レ	レ	
	大きさ・色等						レ		
潜在需要	需要の現状と見通し		レ						
	顧客市場占有率				レ				レ
工場規模	需要配給方法				レ		レ		レ
	技術的要素			レ	レ				
工場立地条件	特殊需要の性格		レ	レ	レ	レ			
	材料力						レ		
繰業状態	労働顧客の気質						レ		
	顧客の気質						レ		
繰業状態	販売計画		レ			レ			レ
	推定コスト	レ	レ		レ	レ		レ	
競争状態	利益計画								
	価格・コスト・利益	レ				レ	レ		
競争状態	競争的利益							レ	

Corporation) のバーゲス氏 (Ralph Burgess) は、新製品研究の場合について第3表のごときチェック・リスト (check list) を発表している。⁽⁴⁾ ここでは、チェックすべき項目として、次の諸項目を体系的に列挙している。

- (1) 達成目標…… a 利益, b 市場占有率, c 生産量
- (2) 必要資金と利益の関係…… a 研究投資利益率, b 研究以外の新規投資利益率, c 代替投資利益率
- (3) 長期計画との関連…… a 通常設備の利用度, b 新製品の特長 (販売員の特

別訓練の必要度，荷扱いと出荷の程度，破損率）

- (4) 工程研究又は工程変更の効果…… a 時期の適切度， b 原料と労働力の節約度， c 安全性， d 品質水準， e 外観
- (5) 利益の算定…… a 利益計画， b 研究投資の利益， c 研究以外の投資の利益
- (6) 必要資金の手配…… a 長期資金計画（現金，支出時期，投資利益額）， b 新規資本の利用度， c 新規資本のコスト
- (7) 危険分…… a 製品寿命の長さ， b 景気変動との関連性， c 製品の戦略的な重要性
- (8) 研究業務…… a 技術問題， b 人事問題， c 研究設備， d 研究の性格
- (9) 製造業務…… a 技術的な可能性， b 競争上の問題（生産時点，物理的性質，必要な熟練度，原料の特殊性）
- (10) 顧客の好み…… a 物理的性質， b 大きさ，色等
- (11) 潜在需要…… a 需要の現状と見通し， b 顧客， c 市場の占有率， d 配給方法
- (12) 工場の規模…… a 技術的要素， b 特殊需要の性格
- (13) 工場の立地条件…… a 原材料， b 労働力， c 顧客， d 顧客の気質， e 運賃
- (14) 操業状態…… a 販売計画， b 推定コスト， c 利益計画
- (15) 競争状態…… a 価格，コスト，利益， b 競争的利益

上の諸項目をチェックする部門として，経理部，予算部，経済研究部，応用技術部，製造部，市場調査部，製品開発部，研究部，販売部，運送部をあげ，それぞれの担当項目をチェック印で示している。

第2項 プロファイル・チャート法による効果測定

チェック・リスト法では，単にチェック項目とチェック部門を指示するだけで，チェックの具体的方法や評価結果の表示法までは特定していない。判断法では，主観によってチェックや評価を行なうからその具体的方法を規定するこ

第1図 新製品研究のプロファイル・チャート

断面図Ⅰ

安 定 性	最上	良好	普通	不良	最悪
1. 市場の恒久性	-	-	-	-	-
2. 独占市場の獲得可能性	-	-	-	-	-
3. 不況時の安定性	-	-	-	-	-
4. 戦時の安定性	-	-	-	-	-
5. 市場の規模	-	-	-	-	-
6. 代替又は模倣の困難性	-	-	-	-	-

断面図Ⅱ

成 長 性 要 素	最上	良好	普通	不良	最悪
7. 将来の大幅成長の可能性	-	-	-	-	-
8. 需要状態又は供給者追加の必要性	-	-	-	-	-
9. 輸出の可能性	-	-	-	-	-
10. 製品又は工程の独特さ	-	-	-	-	-
11. 当該製品を支配しうる機会が当業界に起こりつつあるか	-	-	-	-	-

断面図Ⅲ

市 場 性 要 素	最上	良好	普通	不良	最悪
12. 新製品は現製品と競合、模倣又は阻害しない	-	-	-	-	-
13. 類似分野における当社の名声	-	-	-	-	-
14. 現在販売している市場との関係	-	-	-	-	-
15. 顧客のサービス要求と当社の能力	-	-	-	-	-
16. 将来の競争状態における当社のしめる地位	-	-	-	-	-
17. 要求される品種又は型の僅少度	-	-	-	-	-
18. 個別顧客の大口購入	-	-	-	-	-

断面図Ⅳ

財 務 要 素	最上	良好	普通	不良	最悪
1. 投資利益率	-	-	-	-	-
a. 固定資本利益率	-	-	-	-	-
b. 固定および運転資本利益率	-	-	-	-	-
c. 固定および運転資本、当初の研究費投入額の資本利益率	-	-	-	-	-
2. 所要投資額と競争製品の関係	-	-	-	-	-
3. 売上高当りの所要投資額	-	-	-	-	-

断面図Ⅴ

地 位 要 素	最上	良好	普通	不良	最悪
1. 商業化までの所要時間	-	-	-	-	-
2. 他の製品種類の売上に及ぼす影響	-	-	-	-	-
3. 当社の付加価値	-	-	-	-	-
4. 独占的または有利な仕入の可能性	-	-	-	-	-
5. 原材料の垂直的統合の改善度	-	-	-	-	-
6. 原材料の他の仕入状態の改善度	-	-	-	-	-

とはできないが、せめて評価結果だけは一定の方法で表示するよう努めないと、総合評価を実施することが困難となる。しかし、集団判断法では、主観的に評価した結果を客観的な計数で表示することは、かえって誤解や混乱を招くこととなろう。この矛盾を解消するためには、プロフィール・チャート(断面図表)を作成してみるのも一法である。プロフィール・チャート(profile chart)を作成すると、計数で表示し難い評価結果を簡単な図表によって明示することができ、特に折線の型状で各要素の総合的な判断が下せる利点がえられる。

このような試みとしては、たとえば、デュイ・アルミ化成会社(Dewey and Almy Chemical Company)のミラー氏は、第1図のごときプロフィール・チャートを提案している。⁵⁾ここでは、まず総合の評価項目として5項目をあげ、さらにその小項目を次のように細分している。

- (1) 安定性…… a 市場の恒久性, b 独占市場の獲得可能性, c 不況時の安定性, d 戦時の安定性, e 市場の規模, f 代替又は模倣の困難性
 - (2) 成長性…… a 将来の大幅成長の可能性, b 需要状態又は供給者追加の必要性, c 輸出の可能性, d 製品又は工程の独特さ, e 当該製品を支配しうる機会が当業界に起りつつあるか。
 - (3) 市場性…… a 新製品は現製品と競合, 模倣又は阻害しない, b 類似分野における当社の名声, c 現在販売している市場との関係, d 顧客のサービス要求と当社の能力, e 将来の競争状態にしめる地位, f 要求される品種又は型の僅少度, g 個別顧客の大口購入
 - (4) 財務…… a 投資利益率, b 所要投資額と競争製品の関係, c 売上高当りの所要投資額
 - (5) 地位…… a 商業化までの所要時間, b 他の製品種類の売上に及ぼす影響, c 当社の付加価値, d 独占的又は有利な仕入の可能性, e 原材料の垂直的統合の改善度, f 原材料の他の仕入状態の改善度
- これらの項目の評価結果を、最上, 良好, 普通, 不良, 最悪の5段階で表示

し、それぞれの該当個所を直線で連結して折線を描くのである。この折線が、中央より左寄りになればなるほど総合評価は優秀であり、中央より右寄りになればなるほど総合評価は不可となる。

第3節 研究開発費の定性的効果測定

計数的効果測定法には定性的測定法と定量的測定法の2種類がある。研究開発費の効果測定にあたっては、前者で定性分析 (qualitative analysis) が使用され、後者では定量分析 (quantitative analysis) が使用される。定性及び定量分析の語は、本来は化学分析上の用語で次の意味を有している。⁶⁾

定性分析……被検物質の成分物質が何であるかを検出すること。元素・基等の特有の化学反応・物理的性質を利用して確認する。

定量分析……試料の成分物質についての量を測定する分析

研究開発費の効果測定の場合には、研究開発費が研究開発収益の増加（たとえば売上高や売上利益の増加額ないし原価の節約額）に貢献したか否かを計数的に測定するのが、定性的効果測定法であり、研究開発費が研究開発収益の増加にどれ程貢献したかを計数的に測定するのが、定量的効果測定法である。研究開発費の定性的効果測定法には、次のものがある。

第1項 研究開発費と売上高の関連分析

研究開発費の定性的効果測定には、マクロ的測定とセミ・マクロ的測定とミクロ的測定がある。マクロ的測定は、国民経済的調査であるから、企業経営的調査であるセミ・マクロ的及びミクロ的調査について論じてみよう。セミ・マクロ的には、研究開発費と売上高の関連分析を行なうべきである。

研究開発は必ずしも売上高の増加だけを目的とするものではない。たとえば売上高の増加を目的とする場合でも、支出と売上高の間には相当のタイム・ラグが存するから、ミクロ的には、同一期間の研究開発費と売上高の間に直接的関

第4表 売上高対研究費比率と売上高増加率の関係
(アメリカ機械工業36社の実態分析)

売上高対研究費比率(%) 売上高の年平均増加率(%)	社数合計	0 0.5	0.6 1.0	1.1 1.5	1.6 2.0	2.1 2.5	2.6 3.0	3.1 4.0	4.1 5.0	5.1 6.0	6.1 7.0	7.1 8.0	8.1 9.0	9.1 10.1
社数合計	36	1	5	3	4	3	2	4	3	2	3	0	2	4
0 ~ 0.5	1				1									
0.6 ~ 1.0	2			1				1						
1.1 ~ 1.5	0													
1.6 ~ 2.0	0													
2.1 ~ 2.5	1		1											
2.6 ~ 3.0	0													
3.1 ~ 4.0	3				1	1				1				
4.1 ~ 5.0	1										1			
5.1 ~ 6.0	2	1					1							
6.1 ~ 7.0	8		2	1	1	1			1		1			1
7.1 ~ 8.0	1								1					
8.1 ~ 9.0	5			1	1		1	1		1				
9.1 ~ 10.0	2		2											
10.1 ~ 11.0	1							1						
11.1 ~ 20.0	6					1		1	1				2	1
20.1 ~ 30.0	2													2
30.1 ~ 40.0	1										1			

係を見出すことは困難である。しかしながら、セミ・マクロ的に大勢観察を行なうと、工程研究・改良研究・開発研究の研究・ミックスが一定し、各プロジェクトのタイム・ラグが相互に補完し合い、売上高と研究開発費の増加率の間には、相当明確な因果関係を見出すことができる。

1. アメリカの機械工業36社の場合

アメリカの事例については、野村総合研究所の上野・武田両氏が昭和41年に機械工業36社を実態調査したところ、第4表のごとき結果をえた。⁽⁷⁾ これから、売上高対研究開発費比率とその企業の10年間の成長率（成長率は昭和30年から昭和40年までの10年間の年平均売上高増加率で測定）の間に次の関連

性が存することが知られる。

サンプル会社 36 社の年平均売上高増加率は 7 % 以下が 18 社、7.1 % 以上が 18 社である。7 % 以下のグループが比較的ゆっくりした速度で成長した企業と考え、また 7.1 % 以上は、相対的に早い速度で成長したグループと考えることができる。一方売上高対研究開発費比率をみると、サンプル 36 社のうち、3 % 以下が 18 社、3.1 % 以上が同じく 18 社である。このサンプルでは 3 % 以下は比較的研究開発費比率が低いグループと考え、3.1 % 以上を相対的に研究開発費比率の高いグループと考えてよい。

売上増加率 7.1 % 以上のグループ 18 社をとると、そのうち 3 分の 2 の 12 社までは、研究開発費比率が 3 % 以上の企業であり、このグループでは 1 % 以下の研究開発費比率はわずか 2 社にすぎない。一方、売上増加率 7 % 以下のグループ 18 社をとると、そのうち 3 分の 2 にあたる 12 社は、研究開発費比率が 3 % 以下の企業であり、売上高の 1 % 以下の研究開発費しか投下していない企業が 4 社含まれている。このグループ 18 社のうち、9 社までは産業界全体の平均比率 2 % を下回っている。

かくして、売上高対研究開発費比率が高い企業ほど企業の売上高増加率は高く、その逆も成立するといえる。売上高対研究開発費比率が高いことは、それだけその産業が成長期にあることを意味するから、売上高対研究開発費比率と企業の売上高増加率とは、かなり深い相関関係がある。

売上高増加率が 10.1 % をこえている企業 10 社をとると、この相関関係は、さらに明確となる。高度成長をとげた 10 社のうち、9 社までは、売上高対研究開発費比率は 3 % 以上であり、そのうち 6 社までは 6.1 % 以上の高い比率を示している。また売上高対研究開発費比率が 8.1 % 以上の企業が 6 社あるが、そのうち 5 社までは売上高の年増加率が 11 % 以上の成長企業であり、あとの 1 社も 7 % で平均的な伸びを見せている。

2. わが国主要会社 146 社の場合

わが国の場合について
は、昭和36年に日本生産
性本部が科学技術庁の委
託調査を受け実態調査し
たことがある。主要会社
146社（鉱業3社，建設
業5社，製造業133社，

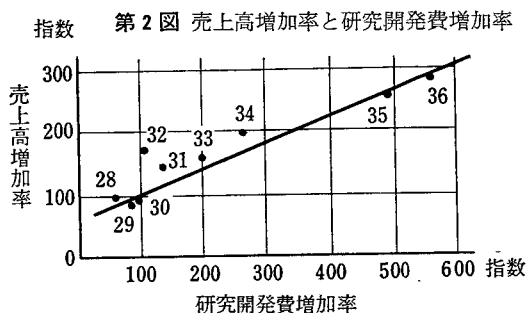
電力5社）の売上高の増加率と研究開発費の増加率の関連分析を行なったところ，第2図のごとき結果がえられた。⁽⁸⁾

これから，売上高の増加率と研究開発費の増加率の間に，ほぼ直線的な関係があることが知られる。さらに，両者の増加率を産業別に対比してみると，研究開発費の増加率の大きな産業は，そのほとんどが売上高増加率も大きなグループに属している。しかも一般的にいて，これらの産業の設備投資の増加率もまた大きい。このように，研究開発費，設備投資，売上高の増加率のいずれも高いグループに属する産業は，鉄鋼，軽電気，自動車，薬品，石油化学等である。

第2項 新旧製品売上高の比較分析

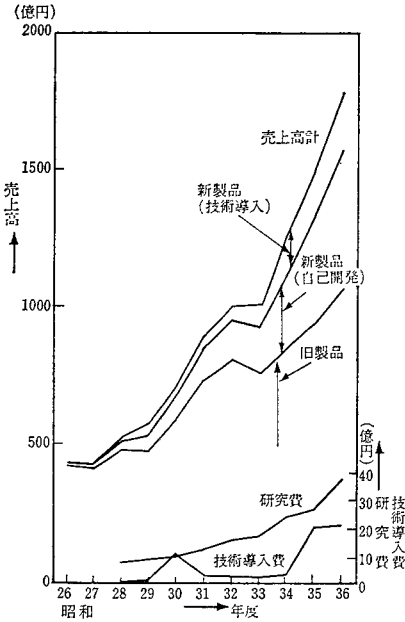
研究開発費の定性的効果測定についてミクロ的測定を行なうには，新旧製品売上高の比較分析を試みるのがよい。売上高を新製品売上高と旧製品売上高に区分し，総売上高にしめる両製品売上高の比率を算定したり，両製品売上高の増加率を比較すると，研究開発費が売上高に及ぼした影響を探知することが可能となる。

たとえば，科学技術庁は，化学工業，電気機械工業及び機械工業について，研究開発費及び技術研究費と新製品の売上高との推移を調査したことがある。⁽⁹⁾（ここで新製品とは昭和26年度を起点としてそれ以降の新製品，改良品，工程

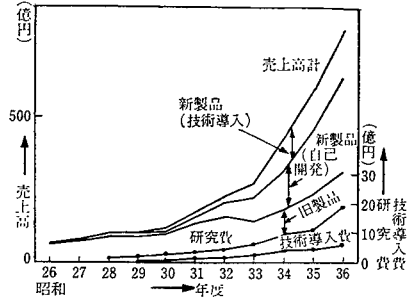


第3図 研究開発費、技術導入費と新製品売上高

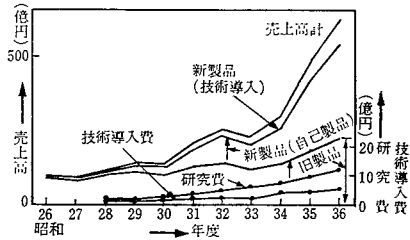
(1) 化学工業関係 15 社の合計



(2) 電気機械工業関係 7 社の合計



(3) 機械工業関係 12 社の合計



改良による製品をいう。) それによると第3図のように3業種とも売上高の合計は10年間で4～10倍といちじるしい伸びを示しているが、その中に占める新製品の割合は化学工業で40%，電気機械工業や機械工業では60％以上となっており、新製品がまったくなかったとしたら、これらの会社の成長率はかなり下回ったものと思われる。

ここにいう新製品の売上高のすべてが研究開発の成果によるものとは限らないにしても、研究開発が大きく貢献していることには間違いない。そこで、一応新製品はすべて研究開発と技術導入によって生まれたものとみなして、各年度の新製品売上高の研究開発費及び技術導入費に対する倍率を求めると第5表のとおりであり、自己開発の場合、化学工業や電気機械工業で10～20，機械

第5表 新製品売上高の研究開発費及び技術導入費に対する倍率

年 度	化 学 工 業 (15社)		電 気 機 械 工 業 (7 社)		機 械 工 業 (12社)	
	売 上 高 研 究 費	売 上 高 技 術 導 入 費	売 上 高 研 究 費	売 上 高 技 術 導 入 費	売 上 高 研 究 費	売 上 高 技 術 導 入 費
昭28	5.0	41.7	4.9	1.2	5.9	7.7
29	7.0	42.1	4.9	2.2	10.0	12.9
30	(14.5) 9.1	3.6	(15.1) 3.9	11.0	(38.0) 11.8	11.6
31	(14.2) 10.0	15.9	(21.4) 6.3	10.8	(28.2) 18.5	14.8
32	(17.3) 9.1	25.2	(25.8) 8.9	13.4	(29.3) 19.9	12.3
33	(22.4) 10.0	33.4	(50.4) 11.2	20.1	(42.3) 16.0	13.3
34	(20.6) 11.0	42.6	(50.8) 12.4	27.2	(47.2) 19.1	10.2
35	14.0	8.5	18.5	27.6	26.7	14.7
36	13.5	10.7	16.2	26.7	26.6	14.4
累計	11.3	12.2	13.2	22.8	21.2	13.2

(注) カッコ内は、懐妊期間を2年と計算した場合の数字である。

第6表 新製品の懐妊期間(年)

	化学工業	電 気 機 械 工 業	機 械 工 業	
			産業機械	精密機械
研究開始 ～ 生産開始	2.5	2.1	1.8	1.5
研究開始 ～ フル操業	3.4	3.4	3.0	1.8
技術導入 ～ 生産開始	1.8	1.4	1.1	1.1
技術導入 ～ フル操業	2.2	2.2	1.5	1.8

工業では20以上となっている。つまり1の研究投資は、その成果が工業化され、販売に移されて、最終的には10～20の新製品売上高を生みだしていることになる。

そしてこの数値は年を追うにしたがって大きくなっているが、これには研究

開発や新製品の累積効果とわが国の経済規模の拡大等が寄与しているものと考えられる。

以上の数字は便宜上ある年度の研究開発費と同年度の新製品売上高を対比したわけであるが、実際には研究開発と生産・販売の間には懐妊期間と呼ばれる時間差が存するので、より正確にはこの点を考慮しなければならない。わが国の民間企業では研究活動の懐妊期間は第6表に示すように、ほぼ2～3年であり、技術導入の場合はやや短くて1～2年である。

今かりに懐妊期間を2年とし、ある年度の研究開発費と2年後の新製品売上高を対比すれば、1の研究費に対応する新製品の売上高は、第5表のカッコ内に示す通りとなり、懐妊期間を考慮しない場合の1.5～3倍である。昭和34年度の研究開発を例にとれば、研究開発費の21～47倍の新製品売上高が実現されていることになる。逆に考えれば新製品売上高の4.8～2.2%が研究開発費相当額であるから、研究開発以外のコストを差し引いた売上高利益率がこの程度であれば研究開発費は償なわれていることになる。新製品の売上高利益率は一般にもっと高いと考えられるので、この例では研究開発は十分その効果をあげて来たといえよう。

第4節 研究開発費の定量的効果測定

第1項 点数評価法による効果測定

研究開発費の定量的効果測定法には、点数評価法と公式法の2種類がある。点数評価法とは各評価項目を点数で評価し、合計点数で総合判定を下す方法である。このような点数評価法の一例を掲記してみれば、第7表のとおりである。⁽⁴⁾

日立製作所日立研究所では評価項目として製品への貢献度、独創性の発揮の余地、要請度（自発的研究の場合は予想要請度）、適用する製品のライフサイクル（早期段階への適用を奨励、早期着手）、生産額（生産額とは、採用製品の

第 7 表 日立製作所の点数評価表

No.	分 類	評 価 段 階	配 点	主任研究 員評価点	部 長 評価点	所 長 評価点
1	製品への貢献度	1.1. 全社の主力製品に高度に貢献 1.2. 同上に適度にまたは高度に貢献 1.3. 特定製品に適度に貢献 1.4. 同上にある適度貢献 1.5. 関連なし	20 16 12 8 4			
2	独創性の発揮の 余 地	2.1. 独立の飛躍した着想に期待 (独自特許) 2.2. 変わった着想だが飛躍は無 理(やや進み一新案) 2.3. 在来技術を脱せぬ手法 (やや遅れ一気付考案) 2.4. 他社で行なった手法しか考 えられぬ(遅れ)	20 15 10 5			
3	要 請 度	3.1. 全社の要請 3.2. 工場の要請 3.3. 担当部分の要請	15 10 5			
4	適用する製品の ライフサイクル	4.1. 少年期 0～ 10% 4.2. 青年期 11～ 70% 4.3. 壮年期 71～100% 4.4. 初老期 99～ 80% 4.5. 老年期 79%以下	15 12 9 6 3			
5	生 産 額	5.1. 100万円 以上 5.2. 100 〳 以下 5.3. 30 〳 以下 5.4. 10 〳 以下 5.5. 3 〳 以下	10 8 6 4 2			
得 点 小 計						
6	研 究 能 力	6.1. 研究室はこの分野の能力・ 余力あり 6.2. 能力はあるが余力は必要マ ン・パワーの50% 6.3. 能力はあるが余力はゼロ 6.4. 能力は少いが余力はさける 6.5. 能力も少く余力もない	20 16 12 8 4			
得 点 合 計						

5年後の生産額に研究開発の寄与した部分比を乗じたものをいう。部分比とは、製品に適用された場合の効果の及ぶ範囲をいい、特許特別賞審査基準を適用する)、研究者(担当者の適格性、計画の妥当性)の6つをあげ、これらをさらに27の小項目に細分し、各項目に最低2点から最高20点までの配点を与えている。そして、これらを主任研究員と部長と所長がそれぞれ評価し、相互牽制することによって評点が恣意的になるのを予防している。

第2項 公式法による効果測定

予め一定の公式を定めておき、これに実数を与えて解きながら総合判定を下すのが、公式法による効果測定である。研究開発費の効果測定に関する最善の方式は公式法であるが、研究開発費の特性上、効果測定を完全に公式化できないので、公式法にも重大な限界が存することを銘記しなければならない。しかし、たとえ一定の限界はあろうとも、公式化を断念することなく、一步一步その障害を排除してゆくことが、研究開発費管理の基本方向であらねばならない。そのための基礎として、現在、各氏によって提案されている公式法を蒐集し検討してみれば、以下のとおりである。

1. オルセン法(収益指数法)

公式法の中で最もよく知られているのは、このオルセン法である。これは、ウェスタン・カートリッジ社(Western Cartridge Co.)の子会社であるオリン産業社(Olin Industries Co.)の副社長であるF.オルセン氏が提案したのでこの名があり、内容的には、収益指数法(Index of Return Method)と称することもできる。⁴⁴⁾ここでは、次の基本理念がとられている。

- a 工程研究は工程原価を節約することが目的であるし、その効果は約1年しか継続しないと考えられるので、工程研究費の成果は、1年間の工程原価の節約高で測定する。
- b 新製品研究は売上高を増加させることが目的であり、売上高の3%が研

究成果と推定される。新製品のライフ・サイクルは概ね5年であるので、新製品研究費の成果は、5年間の新製品売上高の3%で測定する。

- c 改良製品研究は売上高を増加させることが目的であり、売上高の2%が研究成果と推定される。改良製品のライフ・サイクルは概ね2年であるので、改良製品研究費の成果は、2年間の改良製品売上高の2%で測定する。

かくして、次の公式が成立する。

研究開発収益 = Σ (1年間の工程原価の節約高 + 5年間の各年度における新製品売上高の3% + 2年間の各年度における改良製品売上高の2%)

研究開発収益指数 = $\frac{\text{研究開発収益の見積額} \times \text{成功率}}{\text{研究開発費の見積額}}$

たとえば、一連の研究開発業務に関連する収益および原価が、次のように見積もられたとすると、

所要の研究開発費	2,000万円
年間の工程原価節約高	1,000万円
年間の新製品売上高	100,000万円
年間の改良品売上高	50,000万円
成功率	50%

次式により

研究開発収益 = $1,000 + 100,000 \times 5 \times 3\% + 50,000 \times 2 \times 2\% = 18,000$

研究開発収益指数 = $\frac{18,000 \times 50\%}{2,000} = 4.5$

収益指数は4.5となる。一般に収益指数は3以上あることが望ましいとされているので、当該研究開発は実施する価値があると判定される。このようなオルセン法は、研究開発が実施される以前にも以後にも使用され、前者の場合には計画設定の用具として、また後者の場合には事後評価の用具として利用される。事後評価にあたっては、収益および費用の見積りならびに成功率の予測という問題は存しないので、比較的客観的な評価結果がえられる。

しかしながらいずれの場合でも、一定の期間と一定の比率を決定するにあたっては慎重な調査を行ない、この数値について関係者全員の同意をあらかじめ得ておくことが大切である。オリン産業でも、最初に採用して以来数次の改正を重ねて、前記の結論に達したのである。

2. パシフィコ法（プロジェクト点数法）

収益指数法に類似したものにプロジェクト点数法（Project Number Method）がある。プロジェクト点数法では、成功率を商業的成功率と技術的成功率に分けそれぞれを一定の数値であらわし、これに収益及び費用等の要素を乗じてプロジェクトの点数を算出し、この点数で当該研究開発費の成果を評価する。この方法は、アメリカ・アルコラック（American Alcolac Corp.）のC. パシフィコ氏が提唱したため、パシフィコ法と呼ばれている。

同氏は、次の算式を示し、

プロジェクト点数＝

$$\frac{\text{商業的成功率} \times \text{技術的成功率} \times \text{年生産量} \times (\text{市場価格} - \text{原価}) \times \text{製品寿命}}{\text{総研究開発費}}$$

総研究開発費には、研究費、技術費、市場拡張費、工場運用資金利子、特許料等を含み、成功率は0から1までの小数で示し、パイロット・プラントであれば0.9～1，研究費も段階では9.85～0.95，まだ判然としない時は0.2ぐらいとするとしている。¹²⁾

たとえば、次のごとき資料がえられたとすると、

技術的成功率.....	80%
商業的成功率.....	60%
単位当りの市場価格.....	1.8円
単位当りの原価.....	1.3円
年間生産量.....	3,000,000単位
研究開発費.....	200,000円
市場開発費.....	400,000円

技術開発費.....	400,000円
製品寿命.....	3年

次式から計画点数は2.16となる。

$$\text{プロジェクト点数} = \frac{0.8 \times 0.6 \times 3,000,000 (1.8 - 1.3) \times 3}{200,000 + 400,000 + 400,000} = 2.16$$

一般にプロジェクト点数が1以下の研究開発計画は放棄すべきであるとされるから、当該研究開発は有望視されることになる。

3. クイーン法（プロジェクト利益率法）

提案された研究開発プロジェクトの利益率を算出し、これと標準利益率を比較して、標準利益率以上であればそのプロジェクトを有望なものとして採用し、標準以下であれば、拒否する方法で、事後評価においても同じ方式で研究開発費の効果測定を行なうことができる。ダートマス単科大学のJ.B.クイーン助教授が提案している方法であるから、これをクイーン法と呼ぶことができ、プロジェクト利益率（Project Rate of Return Method）の特色を有している。同助教授によればプロジェクト利益率を計算する方法には、次のようなものがある。⁽¹⁴⁾

(1) 計算リスク基準法（The Calculated Risk Basis）

$$R = \frac{\sum_{i=0}^n [P(I_i)]}{\sum_{i=0}^n (O_i)}$$

ただし

I_i = i 年中に当該研究プロジェクト成果からえられる純利益の見積額

n = 収益の発生が予期される最終の年度

P_i = i 年中の収益発生の確率

O_i = i 年中の投資の純増加高

i = 収益と支出が発生する年数

R = 投下総資金に対する予定利益率

上の公式によって算定した予定利益率と、許容利益を示した標準利益率を比較し、他の無形要素が同一であれば標準利益率以下のプロジェクトは拒否し、標準以上のプロジェクトは採用する。

この方法は、収益の金額及び確率や投資の金額は考慮しているが、現金流入の時期や資金を代替可能な他の用途に利用する際の資本コストまでは考慮していない。

(2) ホスコルド変形法 (The Hoskold Transformation)

$$P = \frac{D}{R + \frac{R'}{(1 + R')^n}}$$

ただし

P = 成功した場合に当該プロジェクトからえられる収益の現価

D = 当該プロジェクトが成功する場合にえられる年次収益の平均増加高

R' = 当該企業に投下された資本の平均純利益率

R = 現在の投資利益率

n = 研究費を回収しなければならない年数

この方法では、資金を代替可能な用途に利用する際の資本コストを考慮している。提案されたプロジェクトを財務面から受け入れるべきか否かを検討するに当たっては、Pの計算値と当該プロジェクトの実際及び予定原価を比較しなければならない。この公式は、複雑な内容を有しているが、それでも投資と利益実現の間のタイム・ラグまでは考慮していない。

(3) 未修正利益技術法 (Unadjusted Return Technique)

多数の会社では、研究プロジェクトの予定利益と原価を大まかに比較する方法を用いているが、この場合には次の公式が使用される。

$$R = \frac{\sum_{i=0}^n (I_i)}{\sum_{i=0}^n (O_i)}$$

ただし

R = 当該プロジェクトの投資利益率

I_i = 当該プロジェクトの i 年中における収益

O_i = i 年中に要する支出の増加高

i = 収益又は支出が実現する年数

n = 最後の収益又は支出が実現する年数

タイム・ラグ、確率、資金を代替可能な用途に利用する際の資本コストを考慮していないが、この方法は簡単でプロジェクトの選定にある種の基準を提供する。 R が大きければ大きいほど、当該プロジェクトは有望視される。プロジェクトが採用されるためには、最小値の R （多くの場合は税引前で30%）が必要とされる。

(4) 現価技術法 (Present Value Techniques)

研究プロジェクト現価は、次の公式により計算される。

$$P = \sum_{i=0}^n [C_i (1 + R)^{-i}]$$

ただし

P = 当該プロジェクトの現価

C_i = i 年中の純現金流入額

i = 現金の流入が行なわれる年数

n = 最終の大幅な現金流入が行なわれる年数

R = 割引率

この公式は複雑な内容を有しているが、 $(1 + R)^{-i}$ は現価表から簡単に計算することができる。 P を計算したならば、 P の大きさの順序に研究プロジェクトを列記して評価を行なう。

4. マンレイ法 (R. Manley Method)

ゼネラル・ミル社 (General Mills Corp.) の R. マンレイ氏が、1954 年にコロンビア大学で開催された第 5 回年次研究会議の席上報告した方法であって、ま

ず次のような仮定を設けている。⁶⁴⁾

研究開発からえられる新製品の最終利益は、(ア)新製品の研究開発費と、(イ)必要とされる新製造設備の原価とを償却し、さらに(ウ)新作業の金融に必要とされる運転資本を回収しなければならない。

これから次の公式が作られる。

$$\frac{P + W + \frac{R}{2}}{\frac{Y}{S}} = \frac{N}{100}$$

$$\therefore R = 2(0.01 YNS - P - W)$$

ただし

P = 工場投資

W = 運転資本

R = 研究開発費

Y = 償却期間

S = 年売上高

N = 最低の許容売上純利益

この公式は完全なものではないが、売上原価と運転資本、最低許容売上利益及び必要な償却期間との関係が、すべて考察すべき新取引の性質に調整しうる場合には、この算式は経営管理者に、研究開発費の予算金額を算定するための指標を提供する。

たとえば許容売上利益率が6%であり、提示した新製品の年売上高が6,000,000円と予定され、必要投資額が1,500,000円と見積られ、また経営管理者がこの投資を5年で償却することを望む場合には、運転資本は同一とすると、この会社が当該製品の開発に支出する金額は次のようになる。

$$2(0.06 \times 5 \times 6,000,000 - 1,500,000) = 600,000 \text{ 円}$$

この金額と予定原価を比較することによって、研究開発費の効果測定を行な

うことができる。

5. 森匡介法

東洋高圧工業の審査課長森匡介氏が「経営実務」に発表した方法である。⁵⁴⁾ここでは利益をもって開発費を評価することの必要性を指摘した後、対象となる利益は、当該開発費が成功して企業化された場合に計上される「予想個別利益」であるが、この予想個別利益が満たすべき最小限の条件は、

- a 企業化のために必要とされる建設費の機会利益を満たすこと(期待利益率)
- b 所要開発費の機会利益を満たすこと(期待利益率)
- c 技術的・商業的成功の危険性を考慮すること

としている。この前提に立って次の算式を示している。

$$\frac{Ir + \{(RD + n)r + (RD + x) \frac{1}{n}\}}{I} = i$$

$$Ir + (RD + x) \left(r + \frac{1}{n}\right) = Ir$$

ただし

I = 投下資本(企業化に必要な資本で研究開発費を除く)

r = 期待利益率(金利控除前)

RD = 既支出の開発費

x = 支出予定の開発費

n = 開発費償却年限

i = 投下資本に対する予想利益率(金利控除前)

上のうち未知数が一つで他の要素が推定可能であれば、種々応用範囲が考えられる。たとえば、a 予想収益の見通しがある場合、開発費許容支出額を求めたり、b 所要開発費から逆に必要利益を求めたり、また c 開発費を取捨選択するのに利用される。これらのうち既支出がある場合の開発費許容限界を試算してみると、次のようになる。

$I = 500$ 百万円（企業化のための投資額）

$r = 25\%$ （期待利益率）

$RD = 10$ 百万円（既支出額）

$x =$ 求める追加支出許容額

$n = 5$ 年（開発費償却年限）

$i = 30\%$ （企業化後の予想利益率）

$$500 \times 0.25 + (10 + x) \left(0.25 + \frac{1}{5}\right) - 500 \times 0.30$$

$$= 125 + 4.5 + 0.45x = 0.50$$

$$x = 46 \text{ (百万円)}$$

この結果、今後追加されるべき開発費支出限度額は、4,600 万円と算出される。従って、予想研究開発費がこの限度を大幅に上回る場合には、当該研究開発は再検討する必要がある。

6. 日立製作所法

日立製作所日立研究所では、⁴⁴⁾ 研究評価結果を研究メリットと呼び、次式のように、ベースメリットとプロポーションナルメリットの和で表わしている。

$$T = B + P$$

ただし

$T =$ 研究メリット

$B =$ ベースメリット

$P =$ プロポーションナルメリット

B は、次式のように実際に投入した研究開発費を千円単位で表わした数値と研究効率と水準級率を乗じたもので表わす。

$$B = M \cdot E \cdot Q$$

ただし

$M =$ 研究開発費

$E =$ 研究効率

Q = 水準級数

この場合、 E は同一の成果を得るために最も理想的な方法で遂行した場合に必要なと考えられる研究開発費と実際に投入した研究開発費の比をいい、次の5段階の数値を近似値としてとる。

1.5, 0.7, 0.5, 0.35, 0.25

水準級率 Q は、完成した研究成果の学術的・技術的水準を表わす係数で世界的水準は2、日本の最高水準は1.5、普通的水準は1.0、やや低い水準は0.7、低い水準は0.5とする。

他方、 P については、製品の場合は、次式のように製品発送高を千円単位で表わした数値に部分比、等級率及び0.04を乗じたもので表わす。

$$P = 0.04 \cdot D \cdot W \cdot C$$

ただし

D = 製品発送高

W = 部分比

C = 等級率

部分比は特許賞の査定に慣用されているもの、等級率は企業的・営業的に見た水準の等級を表わし、優れた水準は1.0、普通的水準は0.75、劣る水準は0.5の3段階とする。これと0.04とを組合せて考えれば普通には0.3を乗じ、優れた水準の場合は0.04、劣った場合は0.02を乗じることになる。

作業改善の場合には、作業改善による実際の節約額を K (円単位)で表わす。なおメリットを計算する期間は、次のとおりである。

新製品開発の場合	発売後3年間
製品改良の場合	発売後1年間
作業改善の場合	作業改善後1年間
純基礎研究の場合	適用しない。

7. 西沢脩法

以上のように公式法として各種の方式が使用されているが、ミクロ的効率測定公式としては、筆者は次の公式を提案したい。

$$ER = \frac{\sum_{i=0}^n [P_i \cdot S_i \cdot A (1 + R)^{-i}]}{\sum_{i=0}^n [E_i (1 + R)^{-i}]}$$

ただし

ER = 研究開発費効率

S_i = i 年中に当該プロジェクトからえられる成果（売上増加高又は原価削減額）

A = プロジェクト成果のうち研究開発費成果部分

P_i = i 年中のプロジェクト成果の発生確率

E_i = i 年中の研究開発費の消費額

i = プロジェクト成果と研究開発費が発生する年数

n = プロジェクト成果が発生すると予想される最終年度

n' = 研究開発費が消費されると予想される最終年度

R = 現価算定のための割引率

ここでは、次の事項が前提とされている。

- a 研究プロジェクト別に、当該プロジェクトの開始から終焉に至る全体効果を測定する。
- b 新製品及び改良製品プロジェクトは売上増加高で、工程研究は工程原価の節約高でプロジェクト成果を把握する。
- c 各期に消費する研究開発費と、各期にえられるプロジェクト成果は、開発時点の現価に換算して比較する。
- d ERはすくなくとも2以上一つまりインプットの2倍以上のアウトプットが必要である。

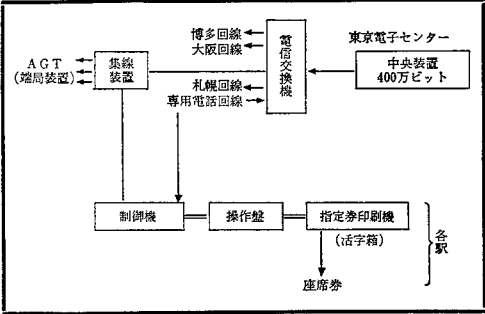
第3項 定量的効果測定の実例研究

国鉄と日立製作所が共同開発した国鉄の「座席予約用電子制御装置」の場合に例をとって、定量的効果測定の一事例を示してみよう。

松井好氏の報告によると、⁽⁴⁾ 国鉄の全国の座席予約業務は、従来の座席の予約は人手による台帳方式に頼ってきたが、東海道新幹線の開通後は完全に処理しきれなくなり、このため電子技術を応用した自動化方式の開発に着手した。そして鉄道技術研究所（以下鉄研と略称する）は日立製作所と協力して、大綱第4図のごとき座席予約システムMARSを完成した。この開発にあたって鉄研で使用した研究費は、第

8表のように全部で1,627万円（人件費は含めていない）である。鉄研外部で使用された小型装置、その他の試作費及び試験費は6,060万円で、これは開発費にあたる。（開発費は研究費の約3.7倍に達

第4図 座席予約系構成



第8表 座席予約用電子制御装置の進展状況と投資額

年 度	研 究 開 発 の 内 容	投 資 額
昭和31年	文献調査および予備的研究	32万円
32年	シミュレーション、論理設計、回路設計	158
33年	I D P方式の調査研究、論理設計、回路実験、仕様書草案	608
	MARS—I 試作費（中央装置、予約装置）	5,000※
	MARS—I 試験費	60※
34年	試作装置の検討、改良案総合調整システム・テスト	22
35年	長距離エージェンド	808
	大型磁気ドラム、印刷機構	1,000※
37年	東京中心の全国系装置の設備投資	87,400

注 ※印は実用化試作費として鉄研以外で使用した費用

第9表 指定券類の発売コストの比較 (単位:1,000 円)

	在 来 方 式	新 方 式
設 備 投 資 額	79,680	874,125
金 利 (a)	5,578 (利率=7分)	61,189 (利率=7分)
減 価 償 却 費 (b)	3,984 (耐用年数=20年)	43,706 (耐用年数=20年)
人 件 費 (c)	234,600 (要員=391人)	175,200 (要員=292人)
修 繕 費 (d)	3,182	34,965
諸経費(消耗品その他)(e)	10,249	13,429
収 入 関 係 (f)	82,125	△ 55,728 (AGT使用料金)
計 (g = a + b + c + d + e + f)	339,718	272,761
取 扱 座 席 数 (h)	24,750枚/日	25,000枚/日
発 売 単 価 (g/365×h)	37.6円/枚	29.9円/枚

している。しかし、試作されたMARS-1号は現実に稼動して、全国系システムの一部として実用に使われているので、その試作費5,000万円の全部を開発費とすることは妥当でないが、試作機の取扱者の養成訓練等の付帯経費を加算できないので、一応全額を開発費とみなす)

この座席予約システムは全国的なもので、現在15カ所に分散している乗車券センターの業務を東京、大阪、博多、札幌の5カ所に集約自動化してはじめてこのシステムの効果が発揮できるものであるが、とりあえず東京中央装置の経済的効果を考えてみよう。国鉄技師長室の試算では新旧方式にともなう設備投資、人件費、その他を比較した場合、第9表のとおりである。

すなわち、AGT(端局窓口装置)が133台、座席取扱数が2万500座席としたときの経済比較を行なうと上のようになる。

投資額については、在来方式はそのほとんどが電話を中心とする通信設備だけであったが、新方式では、巨大な電子装置を必要とするため、一ケタ大きくなっている。

第10表 輸入品による場合の価格の推定

項 目		金 額
MPC (中央コンピューター)	2台	400
SFC (ファイルと制御装置)	2台	150
磁 気 テ ー プ	4組	60
ラ イ ン プ リ ン タ ー	2組	40
テ ー プ リ ー ダ ー (光学的)	2台	15
テ ー プ リ ー ダ ー (機械的)	2台	
モ ニ タ ー タ イ プ	2台	
A G T セ ッ ト	133台	1,330
合 計		1,995

減価償却費については、耐用年数をどちらも20年として算出している。収入については、在来方式を続けた場合、自動化方式に比べて指定券の売上率が約1%低下するものと仮定したが、ここでいう指定券類には特急券、寝台券、座席指定券があり、しかも1、2等の区別がある。また特急券には距離によって料金が異なり、各種の要素がふくそうするので、厳密な計算は不可能となり、ざっと大まかに見積もって売上高にもやはり1%の相違があるものと仮定した。

その具体額を昭和26年度の実績に基づいて8,312万円とし、在来方式の経費に加算した。また、AGTセットを交通公社に貸付けることになるのでその使用料金5,572万円を新方式の経費から差引くことにした。

このようにして指定券1枚の発売コストを比較してみると設備完成後の初年度において在来方式によれば37.6円、新方式ならば29.9円となり、約20%の発売経費の節減となる。しかも経年とともに新方式の減価償却に伴う投資額の金利負担が急激に減少するので、この経費節減はさらに大きなものとなることが予想される。また売り上げの開きを5%と仮定すれば、77.0円と29.9円となり、コストは約60%の節減になる。

若しこのMARS—1号と同じ性能を持った装置を自社の研究開発によらず

海外から電子装置を導入して行なったと仮定してみよう。このようなシステムは海外の技術調査の結果、残念ながらどこの国にも完成したものいなかったの
で、やるとすれば米国の電子計算機メーカーに発注しなければならなかったわけである。オーダーメードの場合、レディーメードの計算機と比較して割高となるので、一応安く見積もったとしても第10表に示すように、機械装置だけでも約20億円の巨額に上るものと推定される。しかも、この金額には、輸送費、据付けのための工事費、電送系との結合費等の付帯コストが含まれていないのでこれらを加算すると20数億円に達する。

これに対して、第9表に示されたように自社開発の場合の経費8億7,400万円の中には種々の付帯コストも含まれているので、約3分の1の投資でこの電子装置を完成させることができたと考えられる。しかもIBM等の同種の機種の開発と比較しても、致命的な時間的遅れもなく、輸入品に頼らざるをえない事態に立ち至ったときのことを想定してみると、このMARS—1号の投資効率は実に大きいものがあったといつてよかろう。

注(1) 『昭和39年度科学技術白書』 昭和39年10月 大蔵省印刷局 118頁

(2) 科学技術庁「わが国における研究開発投資の効果測定」『科学技術調査』昭和38年6月号 25頁

(3) 通産省「技術開発5年計画」 日本経済新聞 昭和42年6月5日 朝刊

(4) 内野晃著『日本の研究投資』 昭和37年 産業公報社 302～4頁

(5) T. F. Miller, "Projecting the Profitability of New Product", The Controller, Oct., 1955, p. 114.

(6) 新村出編『広辞苑』 昭和30年 岩波書店 1468及び1470頁

(7) 上野明・武田清稿「機械工業を中心とする米国企業の研究開発活動」 野村総合研究所『総合研究』 昭和42年4月号 19頁

(8) 日本生産性本部「研究投資の効果測定に関する調査結果の概要」『科学技術庁月報』 昭和37年8月 3頁

(9) 科学技術庁『昭和39年版科学技術白書』 昭和39年 112～6頁

(10) 日本能率協会産業研究所『研究開発効率化に関する調査報告書』 昭和41年53～4及び57～8頁

(11) Carl Heyel, "Handbook of Industrial Management," 1959, pp. 346-7.

- (12) 徳久正之著『研究管理』 昭和 36 年 268～9 頁
- (13) C. Heyel, op. cit., pp. 288-289.
- (14) R. Manley, "Translating Economic Aspects of Company Policy into Research Policy," Paper presented at Fifth Annual Conference on Industrial Research, Columbia University, 1954.
- (15) 森匡介稿「試験研究費・開発費の把握とその管理」『経営実務』 昭和 38 年 5 月号 15～6 頁
- (16) 「研究成果の評価法——日立研究所の事例」『生産性』 昭和 38 年 6 月号 40 頁
- (17) 松井好稿「座席自動予約装置の開発とその研究投資効果」『ビジネス』 昭和 39 年 4 月号 118～123 頁